

ИНЖИНИРИНГ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК [004.046+004.65]:654.16

НОВЫЕ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАДИОЧАСТОТНОГО СПЕКТРА

Говорко Алина Вячеславовна, аспирант

Карпук Анатолий Алексеевич, к.т.н., доцент

Белорусской государственной академии связи

Govorko Alina, Postgraduate Student, Govorko777@gmail.com

Karpuk Anatoli, PhD, A_Karpuk@mail.ru

Belarusian State Academy of Communications

Рассмотрены задачи управления использованием радиочастотного спектра на международном, региональном и национальном уровнях. Показано, что в условиях стремительного роста количества радиоэлектронных средств, имеющиеся методы управления использованием радиочастотного спектра не могут обеспечить его эффективное использование. Обоснована необходимость решения новых задач управления использованием радиочастотного спектра: задачи оценки качества радиосвязи на заявленных полосах или номиналах радиочастот и задачи оптимизации присвоения полос и номиналов радиочастот для работы радиоэлектронных средств.

Ключевые слова: радиочастотный спектр, радиоэлектронные средства, частотно – территориальный разнос, оценка качества радиосвязи, оптимизация присвоения радиочастот.

Практически все информационно – коммуникационные технологии и системы в качестве коммуникационной среды используют радиочастотный спектр (РЧС), под которым понимается совокупность радиочастот, которые могут быть использованы для функционирования радиоэлектронных средств (РЭС) или высокочастотных устройств. РЧС является ограниченным однократно используемым возобновляемым природным пространственно – временным ресурсом. Это означает, что в конкретной полосе радиочастот в конкретной точке пространства в конкретное время уверенный прием радиосигнала может осуществляться только от одного источника радиосигнала. Появление в этой полосе радиочастот в данной точке пространства в данное время радиосигнала от другого источника может привести к потере качества приема вплоть до полной невозможности приема радиосигналов от обоих источников. При этом второй радиосигнал может быть как основным радиоизлучением другого радиосредства, так и внеполосным, побочным или интермодуляционным радиоизлучением. Для оценки влияния мешающего радиосигнала на качество приема полезного радиосигнала требуется знать технические характеристики радиоприемника и напряженность электромагнитного поля или мощность обоих радиосигналов в данной точке пространства в данное время. В свою очередь, для оценки мощности радиосигнала в данной точке пространства в данное время требуется знать пространственное положение источника радиосигнала, его технические характеристики, топографические характеристики местности и метеорологическую обстановку на пути распространения радиоволн от источника к приемнику.

Указанные обстоятельства приводят к необходимости управления использованием РЧС, которое производится на международном, региональном и национальном уровнях [1]. На международном уровне управление использованием РЧС реализуется Международным союзом электросвязи (МСЭ). На этом уровне решаются задачи разработки и ведения Регламента радиосвязи, содержащего международную таблицу распределения радиочастот между радиослужбами, разработки всемирных и региональных планов использования полос радиочастот, регистрации частотных присвоений ряда радиослужб, оказывающих влияние на радиочастотный спектр многих стран, разработки рекомендаций и норм, направленных на повышение эффективности использования РЧС во всех странах. На региональном уровне управление использованием РЧС производится добровольными региональными объединениями стран, такими как Региональное содружество по связи стран бывшего СССР, Европейская региональная система управления радиочастотным спек-

тром, Азиатско – тихоокеанский телекоммуникационный союз, Совместная американская комиссия по электросвязи и другие. На этом уровне, в основном, решаются задачи приграничной координации присвоения радиочастот, стандартизации и сертификации оборудования, подготовки совместных предложений по вопросам, решаемым МСЭ. На национальном уровне управление использованием РЧС осуществляется национальными Администрациями радиосвязи, функции которой в Республике Беларусь выполняет Республиканское унитарное предприятие по надзору за электросвязью «БелГИЭ». Администрации радиосвязи начали создаваться в развитых странах с начала прошлого века для решения следующих задач [2]:

- разработка и ведение национальной таблицы распределения радиочастот между радиослужбами;
- разделение полос радиочастот на категории по их преимущественному использованию для нужд правительственных органов, для РЭС гражданского назначения и совместному использованию;
- разработка национальных планов использования полос радиочастот;
- регламентирование использования РЧС путем разработки и принятия соответствующих законов и других нормативных документов;
- учет заявок на выдачу лицензий на право использования РЭС с указанием их характеристик;
- анализ возможности выдачи лицензий на право использования РЭС, учет выданных лицензий;
- учет заявок на присвоение полос или номиналов радиочастот для использования РЭС с указанными характеристиками;
- анализ возможности присвоения полос или номиналов радиочастот по заявкам и выдача пользователям разрешений на использование радиочастот, либо отказов от удовлетворения заявок;
- учет всех присвоенных для использования полос и номиналов радиочастот и характеристик РЭС, использующих эти радиочастоты;
- международная координация присвоения полос и номиналов радиочастот;
- ведение контроля за использованием РЧС, учет результатов контроля.

С середины семидесятых годов прошлого века в развитых странах для решения задач национальных Администраций радиосвязи начали внедряться ЭВМ и разрабатываться специальные программы. Для учета планов, заявок, лицензий, радиочастотных присвоений, результатов контроля были разработаны файлы определенной структуры. Для анализа возможности присвоения полос или номиналов радиочастот были разработаны специальные программы для различных радиослужб, реализующие методы проверки выполнения норм частотно – территориального разнеса. Нормы частотно – территориального разнеса проверяются по совпадающим и соседним радиоканалам, остальные побочные и интермодуляционные излучения передатчиков и побочные и интермодуляционные каналы приема приемников не учитываются. Методы проверки выполнения норм частотно – территориального разнеса не учитывают реальной рефракции радиоволн в атмосфере, дифракционных потерь на рельефе местности, потерь распространения в застройке и растительности, потерь распространения из-за метеорологических факторов. Это приводит к весьма грубой оценке возможности присвоения полос или номиналов радиочастот по заявкам в сторону ее занижения, что значительно снижает эффективность использования РЧС РЭС гражданского назначения.

Еще более сложная ситуация сложилась при присвоении полос и номиналов радиочастот для РЭС, используемых для нужд правительственных органов (государственного управления, национальной безопасности, обороны, охраны правопорядка, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций). В национальных таблицах распределения радиочастот для различных радиослужб соответствующих министерств и ведомств были выделены определенные диапазоны радиочастот. Присвоение полос и номиналов радиочастот для конкретных РЭС производится радиослужбами этих министерств и ведомств по своим правилам. В частности, присвоение радиочастот для РЭС подразделений, частей и соединений вооруженных сил проводится по специальным таблицам, разработанным с учетом норм частотно – территориального разнеса для различных вариантов оперативного построения и боевого порядка войск. Опыт локальных вооруженных конфликтов и войсковых учений показал, что при сосредоточении на ограниченном плацдарме тысяч, а иногда и

десятков тысяч РЭС имели место случаи резкого снижения качества радиосвязи вплоть до ее полного отсутствия из-за взаимных радиопомех даже в условиях отсутствия противодействия со стороны средств радиоэлектронной борьбы противника [3]. Правительственные органы постоянно требуют от национальных Администраций радиосвязи расширения выделенных им диапазонов радиочастот и выделения новых диапазонов, уменьшая тем самым диапазоны радиочастот для использования РЭС гражданского назначения. Имеющиеся методы управления использованием РЧС для РЭС правительственного и гражданского назначения не могут обеспечить эффективное использование РЧС в условиях стремительного роста количества РЭС.

Таким образом, наблюдается противоречие между развитием сетей радиосвязи, обусловленным развитием технической базы, глобализацией общества и формированием новой информационно – коммуникационной среды, и имеющимися методами решения задач управления использованием РЧС. Для преодоления этого противоречия требуется изменить подход к решению задач анализа возможности присвоения полос или номиналов радиочастот по заявкам пользователей РЧС. Вместо проверки выполнения норм частотно – территориального разнеса нового частотного присвоения с имеющимися частотными присвоениями предлагается решать *новую задачу оценки качества радиосвязи* на заявленных полосах или номиналах радиочастот и оценки влияния работы РЭС на заявленных полосах или номиналах радиочастот на работу других РЭС с ранее присвоенными радиочастотами. При решении этой задачи должны учитываться пространственное положение РЭС, технические характеристики РЭС и антенн, реальная рефракция радиоволн в атмосфере, дифракционные потери на рельефе местности, потери распространения в застройке и растительности, потери распространения из-за метеорологических факторов. Должны учитываться основное, внеполосное, побочные и интермодуляционные излучения передатчиков и основной, внеполосные, побочные и интермодуляционные каналы приема приемников. В результате решения задачи определяются возможные электромагнитные помехи, и для каждой помехи вычисляется уровень (величина) помехи, который не будет превышен в течение заданного процента времени (например, в течение 99,9 процента времени). На основе анализа уровней помех принимается решение об их допустимости и о возможности выдачи пользователям разрешений на использование радиочастот.

В районах крупных мегаполисов национальным Администрациям радиосвязи становится все труднее удовлетворить заявки пользователей на присвоение полос или номиналов радиочастот. Получив отказ от удовлетворения заявки, пользователь готовит новую заявку с другими полосами или номиналами радиочастот, на которых также могут работать его РЭС. Чтобы этот процесс не оказался бесконечным, национальная Администрация радиосвязи может оказать пользователю услугу по выбору полос или номиналов радиочастот, для которых возможно получение разрешения на использование. Для оказания такой услуги национальная Администрация радиосвязи должна решить *новую задачу выбора заданного количества полос или номиналов радиочастот* для работы РЭС с заданными характеристиками и заданным пространственным положением. Эта задача решается для новых РЭС в предположении, что для РЭС с ранее присвоенными радиочастотами известны их технические характеристики и пространственное положение.

Задача присвоения полос и номиналов радиочастот для РЭС правительственных органов, в первую очередь, для РЭС вооруженных сил, имеет одну важную особенность. Присвоенные полосы и номиналы радиочастот для конкретных РЭС не являются жестко фиксированными, а могут изменяться по решению командования в зависимости от складывающейся оперативно – тактической обстановки. Альтернативные полосы и номиналы радиочастот могут быть присвоены радиослужбами вооруженных сил заранее, либо должны присваиваться в процессе сосредоточения войск и ведения боевых действий. Присвоение полос и номиналов радиочастот для всех РЭС, количество которых может измеряться десятками тысяч, должно производиться из выделенных диапазонов радиочастот по критерию минимизации возможных помех между РЭС. Таким образом, при присвоении основных и альтернативных полос и номиналов радиочастот для РЭС вооруженных сил соответствующие радиослужбы должны решать *новую задачу оптимизации присвоения полос и номиналов радиочастот* для тысяч или даже десятков тысяч РЭС. В литературе отмечается, что и для РЭС гражданского назначения дальнейшее развитие систем радиосвязи возможно только за счет оптимизации присвоения радиочастот для работы РЭС. Заметим, что *задача выбора заданного количества полос или номиналов радиочастот для работы РЭС* с заданными характеристиками и заданным пространственным положением является частным случаем задачи оптими-

зации присвоения полос и номиналов радиочастот для РЭС, решаемой в предположении, что полосы и номиналы радиочастот ряда РЭС фиксированы и не подлежат изменению. Поэтому в дальнейшем будем рассматривать две новые задачи: *задачу оценки качества радиосвязи на заявленных полосах или номиналах радиочастот и задачу оптимизации присвоения полос и номиналов радиочастот для работы РЭС.*

Перечисленные новые задачи нельзя решить существующими методами проверки выполнения норм частотно – территориального разнота. Для решения этих задач следует разработать новые математические модели, методы и алгоритмы.

Список использованных источников

1. Управление радиочастотным спектром и электромагнитная совместимость радиосистем. Учебное пособие / Под ред. М.А. Быховского. – М.: Эко-Трендз, 2006. – 376 с.
2. Справочник по управлению использованием спектра на национальном уровне. Издание 2015 года. – МСЭ-Р, 2015. – 364 с.
3. Веретынский, В.И. Разработка систем частотно-территориального планирования радиосвязи с учетом электромагнитной совместимости радиосредств / В.И. Веретынский, В.И. Волошин, А.А. Карпук // 3-я Международная научная конференция по военно-техническим проблемам, проблемам обороны и безопасности, использованию технологий двойного применения: тезисы докладов. – Минск: ГУ «БелИСА», 2007. – С. 186-187.